

This Page Is Inserted by IFW Operations  
and is not a part of the Official Record

## **BEST AVAILABLE IMAGES**

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images may include (but are not limited to):

- BLACK BORDERS
- TEXT CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES
- FADED TEXT
- ILLEGIBLE TEXT
- SKEWED/SLANTED IMAGES
- COLORED PHOTOS
- BLACK OR VERY BLACK AND WHITE DARK PHOTOS
- GRAY SCALE DOCUMENTS

**IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.**

**As rescanning documents *will not* correct images,  
please do not report the images to the  
Image Problem Mailbox.**

**JP2000345299**

Biblio

Drawing



## SLIDING PARTS

Patent Number: JP2000345299  
Publication date: 2000-12-12  
Inventor(s): TODA KAZUHISA  
Applicant(s): KOYO SEIKO CO LTD  
Requested Patent: ☐ JP2000345299  
Application Number: JP19990159347 19990607  
Priority Number(s):  
IPC Classification: C22C38/00; C23C8/22; F16C33/12  
EC Classification:  
Equivalents:

### Abstract

**PROBLEM TO BE SOLVED:** To improve wear resistance without deteriorating toughness and to prevent the occurrence of seizure.  
**SOLUTION:** The sliding parts are obtained by applying heat treatment including carburizing treatment to a stock composed of steel. The content of C in the surface part is 0.9-3.0 wt.%, and surface hardness is  $\geq 63$  Rockwell C hardness. Fine spheroidal carbides are precipitated in the carburized layer, and the average grain size of the spheroidal carbides is  $\leq 10 \mu\text{m}$  and the amount of the spheroidal carbides is  $\leq 40\%$  by area ratio. Moreover, the grain size of  $\geq 70\%$  of the spheroidal carbides is  $\leq 10 \mu\text{m}$ , and the amount of residual austenite in the carburized layer is 13-40%.

Data supplied from the esp@cenet database - I2

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号  
特開2000-345299  
(P2000-345299A)

(43) 公開日 平成12年12月12日 (2000. 12. 12)

(51) Int.Cl. <sup>7</sup>	識別記号	F I	テームト* (参考)
C 2 2 C 38/00	3 0 1	C 2 2 C 38/00	3 0 1 Z 3 J 0 1 1
C 2 3 C 8/22		C 2 3 C 8/22	4 K 0 2 8
F 1 6 C 33/12		F 1 6 C 33/12	A
// C 2 1 D 1/06		C 2 1 D 1/06	A

審査請求 未請求 請求項の数 4 O L (全 7 頁)

(21) 出願番号 特願平11-159347

(22) 出願日 平成11年6月7日 (1999. 6. 7)

(71) 出願人 000001247

光洋精工株式会社

大阪府大阪市中央区南船場3丁目5番8号

(72) 発明者 戸田 一寿

大阪市中央区南船場三丁目5番8号 光洋  
精工株式会社内

(74) 代理人 100060874

弁理士 岸本 瑛之助 (外4名)

Fターム(参考) 3J011 QA03 SB02 SE02

4K028 AA01 AB06 AC08

(54) 【発明の名称】 摺動部品

(57) 【要約】

【課題】 韌性を損なうことなく、耐摩耗性を向上させる。焼付きを起こりにくくする。

【解決手段】 鋼よりなる素材に浸炭処理を含む熱処理を施したものである。表面部のCが0.9~3.0重量%、表面硬さがロックウェルC硬さで63以上である。浸炭層に微細球状炭化物が析出しているとともに、球状炭化物の平均粒径が10μm以下でかつ球状炭化物の量が面積率で40%以下である。球状炭化物の70%以上の粒径が10μm以下である。浸炭層の残留オーステナイト量が13~40%である。

## 【特許請求の範囲】

【請求項 1】 鋼よりなり、浸炭処理を含む熱処理が施されて表面部の C が 0.9～3.0 重量%となされるとともに、表面硬さがロックウェル C 硬さで 63 以上となされ、浸炭層に微細球状炭化物が析出させられ、球状炭化物の平均粒径が 10  $\mu\text{m}$  以下でかつ球状炭化物の量が面積率で 40%以下となされているとともに、球状炭化物の 70%以上の粒径が 10  $\mu\text{m}$  以下となされており、さらに浸炭層の残留オーステナイト量が 13～40%となされていることを特徴とする摺動部品。

【請求項 2】 浸炭層における平均粒径 10  $\mu\text{m}$  以下の球状炭化物の量が、面積率で 25%以下となされている請求項 1 の摺動部品。

【請求項 3】 浸炭層の球状炭化物の平均粒径が、3  $\mu\text{m}$  以下となされている請求項 1 の摺動部品。

【請求項 4】 浸炭層における球状炭化物の平均粒径が 3  $\mu\text{m}$  以下で、かつ球状炭化物の量が面積率で 25%以下となされている請求項 1 の摺動部品。

## 【発明の詳細な説明】

## 【0001】

【発明の属する技術分野】この発明は摺動部品に関し、さらに詳しくは、たとえばすべり軸受部品、自動車エンジン用ロッカアームのローラ支持軸、ローラカムフォロワ、自動車エンジン用カムリフタ、もしくは一方クラッチ等として用いられるのに適した摺動部品に関する。

## 【0002】

【従来の技術】この種摺動部品として、従来、JIS S U J 2 等の高硬度鋼よりなり、表面部にショットピーニングを施して表面硬さを増大させたものが用いられていた。

## 【0003】

【発明が解決しようとする課題】しかしながら、従来の摺動部品には次のような問題があることが判明した。すなわち、ショットピーニングによる表面硬さの増大は、韌性の低下を招き、耐摩耗性は向上するものの耐衝撃性が低下したり、亀裂進展速度が増加したりするという問題があった。また、使用中に摺動部品が発熱して焼戻し現象が生じた場合には、残留オーステナイトがマルテンサイト変態を起こし、寸法が膨張して焼付きが発生するという問題があった。

【0004】この発明の目的は、上記問題を解決し、韌性を損なうことなく、耐摩耗性が向上し、しかも焼付きが起りにくくなる摺動部品を提供することにある。

## 【0005】

【課題を解決するための手段と発明の効果】この発明による摺動部品は、鋼よりなり、浸炭処理を含む熱処理が施されて表面部の C が 0.9～3.0 重量%となされるとともに、表面硬さがロックウェル C 硬さで 63 以上となされ、浸炭層に微細球状炭化物が析出させられ、球状炭化物の平均粒径が 10  $\mu\text{m}$  以下でかつ球状炭化物の量

が面積率で 40%以下となされているとともに、球状炭化物の 70%以上の粒径が 10  $\mu\text{m}$  以下となされており、さらに浸炭層の残留オーステナイト量が 13～40%となされていることを特徴とするものである。

【0006】上記において、通常、摺動部品は、摺動面に数十～数百  $\mu\text{m}$  程度の研磨仕上げ処理が施されて使用される。したがって、上記において C が 0.9～3.0 重量%となされている表面部とは、研磨仕上げ処理が施された後の最表面から 50  $\mu\text{m}$  の深さの部分までを意味するものとする。なお、浸炭層の深さは、上記研磨量に比べてかなり深く、したがって上記研磨により浸炭層の性状が影響を受けることはない。

【0007】上記摺動部品において、表面部の C の量、表面硬さ、球状炭化物の平均粒径および球状炭化物中の粒径 10  $\mu\text{m}$  以下のものの量、球状炭化物の量（面積率）、ならびに浸炭層の残留オーステナイト量の限定理由は、次の通りである。

## 【0008】表面部の C 量

表面部の C の量が 0.9 重量%未満であると炭化物を均一に分散させることができず、3.0 重量%を越えると表面部の粗大炭化物量や残留オーステナイト量が多くなって強度が低下する。摺動部品の表面部に C が集まると、ここに生成する炭化物が粗大化するので、実際には粒径が 10  $\mu\text{m}$  を越えた球状炭化物が全体の 40%程度となり、場合によっては最大粒径が 20  $\mu\text{m}$  となり、その結果粒径が 10  $\mu\text{m}$  を越えた球状炭化物に応力が集中し、この部分から破壊が生じるおそれがある。したがって、表面部の C 量は 0.9～3.0 重量%の範囲内で選ぶべきである。

## 30 【0009】表面硬さ

表面硬さがロックウェル C 硬さ（以下、HRC と称する）で 63 未満であると表面硬さが十分ではなく、耐摩耗性が低下して摺動部品の寿命が短くなる。したがって、表面硬さは HRC 63 以上とすべきである。なお、表面硬さの上限は、韌性を考慮すると HRC 68 程度であることが好ましい。

【0010】球状炭化物の平均粒径および球状炭化物中の粒径 10  $\mu\text{m}$  以下のものの量

球状炭化物の平均粒径が 10  $\mu\text{m}$  を越えると、粒径が 10  $\mu\text{m}$  を越える球状炭化物の量が全体の 80%程度となり、その結果粒径が 10  $\mu\text{m}$  を越えた球状炭化物に応力が集中し、この部分から破壊が生じるおそれがある。したがって、球状炭化物の平均粒径は 10  $\mu\text{m}$  以下、好ましくは 3  $\mu\text{m}$  以下とすべきである。また、球状炭化物中の粒径が 10  $\mu\text{m}$  以下のものの量が 70%未満であると粒径が 10  $\mu\text{m}$  を越えた球状炭化物の量が全体の 30%以上となり、場合によっては最大粒径が 20  $\mu\text{m}$  となり、その結果粒径が 10  $\mu\text{m}$  を越えた球状炭化物に応力が集中し、この部分から破壊が生じるおそれがある。したがって、球状炭化物中の粒径 10  $\mu\text{m}$  以下のものの量

は球状炭化物全体の70%以上とするべきである。

#### 【0011】球状炭化物の量(面積率)

球状炭化物の量が面積率で40%を越えると浸炭層マトリックスの強度が低下するので、球状炭化物の量は面積率で40%以下、好ましくは25%以下とすべきである。なお、球状炭化物の量の下限は、必要な表面硬さを確保するために、面積率で5%程度が好ましい。ここで、面積率とは、3000倍で観察した40×30μmの視野5箇所面積率を各々画像解析によって観察し、上記5箇所の面積率の平均値をいうものとする。

#### 【0012】残留オーステナイト量

残留オーステナイト量が13%未満であると靱性が低下するとともに亀裂進展速度が速くなって摺動部品の寿命が低下し、40%を越えると必要な硬さを確保することができない。したがって、残留オーステナイト量は13~40%の範囲内で選ぶべきである。

【0013】この発明の摺動部品において、材料となる鋼に施される浸炭処理を含む熱処理としては、たとえば浸炭処理または浸炭焼入れ処理を施す第1工程と、焼入れ処理を施して浸炭層に微細球状炭化物を析出させる第2工程と、表面部の炭素濃度が上記第1工程で得られた表面部の炭素濃度よりも高濃度になるように高濃度浸炭焼入れ処理を施す第3工程とよりなる方法がある。上記第3工程における加熱温度は、上記第2工程の加熱温度以下であることが好ましい。上記第3工程の加熱温度が上記第2工程の加熱温度よりも高くなると、第2工程において析出した炭化物の一部がマトリックス中に溶解するおそれがあるからである。このような方法をより具体的に説明すると、次の通りである。すなわち、C、H<sub>2</sub>を10~17vol%含む浸炭雰囲気中において930~950℃の温度で3~5時間加熱した後、油冷する第1工程と、800~840℃の温度で0.5~0.8時間加熱した後、油冷する第2工程と、C、H<sub>2</sub>を10~17vol%含む浸炭雰囲気中において790~840℃の温度でかつ第2工程の加熱温度以下の温度で3~5時間加熱した後、油冷する第3工程とよりなる方法である。上記第3工程において、C、H<sub>2</sub>を10~17vol%含む浸炭雰囲気中において790~820℃の温度でかつ第2工程の加熱温度以下の温度で3~5時間加熱した後、温度を上げて830~840℃の温度で0.5~0.8時間加熱し、その後油冷することが好ましい。この場合、炭化物の粗大化を伴わずに、炭化物量を増加させることが可能になる。

【0014】この発明による摺動部品によれば、鋼よりなり、浸炭処理を含む熱処理が施されて表面部のCが0.9~3.0重量%となされるときに、表面硬さがロックウェルC硬さで63以上となされ、浸炭層に微細球状炭化物が析出させられ、球状炭化物の平均粒径が10μm以下でかつ球状炭化物の量が面積率で40%以下となされるときに、球状炭化物の70%以上の粒

径が10μm以下となされており、さらに浸炭層の残留オーステナイト量が13~40%となされているので、心部の強度および硬さが確保されるとともに、靱性の低下が防止される。特に、表面部のCが0.9~3.0重量%となされるときに、表面硬さがロックウェルC硬さで63以上となされ、浸炭層に微細球状炭化物が析出させられ、球状炭化物の平均粒径が10μm以下でかつその量が面積率で40%以下となされるときに、球状炭化物の70%以上の粒径が10μm以下となされており、さらに残留オーステナイト量が13~40%となされているので、この摺動部品の耐摩耗性が向上して寿命が延びる。しかも、靱性の低下が防止される。

#### 【0015】

【発明の実施の形態】以下、この発明の具体的実施例を比較例とともに説明する。

#### 【0016】実施例1~8

SAE5120を用いて自動車エンジン用ロッカアームのローラ支持軸の素材を8個分つくり、これらの素材のうちの4個分に図1に示す条件(熱処理条件1)で熱処理を施すとともに、残りの4個分に図2に示す条件(熱処理条件2)で熱処理を施した。ついで、各素材に160℃で2時間加熱して焼戻し処理を施した後、各素材の表面を研磨し、その研磨量を変えることにより、表面部の性状の異なる8個のローラ支持軸を製造した。なお、上記焼戻しは、焼入れ処理の後、素材の靱性を向上させるために一般的に行われている工程であるので、図示は省略している。

【0017】上記熱処理条件1は、流動層炉を用いて行ったものであり、流動化ガスとしてN<sub>2</sub>ガスを流量が4.5×10<sup>-4</sup>m<sup>3</sup>/sとなるように供給するとともにC、H<sub>2</sub>ガスを流量が0.5×10<sup>-4</sup>m<sup>3</sup>/sとなるように供給しつつ(雰囲気中のC、H<sub>2</sub>濃度は10vol%である)、930℃で3時間加熱した後、80℃に油冷して浸炭焼入れ処理を施す第1工程と、流動化ガスとしてN<sub>2</sub>ガスを流量が5.0×10<sup>-4</sup>m<sup>3</sup>/sとなるように供給しつつ、840℃で0.5時間加熱した後、80℃に油冷して焼入れ処理を施す第2工程と、流動化ガスとしてN<sub>2</sub>ガスを流量が4.2×10<sup>-4</sup>m<sup>3</sup>/sとなるように供給するとともにC、H<sub>2</sub>ガスを流量が0.8×10<sup>-4</sup>m<sup>3</sup>/sとなるように供給しつつ(雰囲気中のC、H<sub>2</sub>濃度は16vol%である)、830℃で5時間加熱した後、80℃に油冷して高濃度浸炭焼入れ処理を施す第3工程とよりなる。

【0018】上記熱処理条件2は、流動層炉を用いて行ったものであり、流動化ガスとしてN<sub>2</sub>ガスを流量が4.5×10<sup>-4</sup>m<sup>3</sup>/sとなるように供給するとともにC、H<sub>2</sub>ガスを流量が0.5×10<sup>-4</sup>m<sup>3</sup>/sとなるように供給しつつ(雰囲気中のC、H<sub>2</sub>濃度は10vol%である)、930℃で3時間加熱した後、80℃に油冷して浸炭焼入れ処理を施す第1工程と、流動化ガスとし

て $N_2$ ガスを流量が $5.0 \times 10^{-4} m^3 / s$ となるように供給しつつ、 $840^\circ C$ で0.5時間加熱した後、 $80^\circ C$ に油冷して焼入れ処理を施す第2工程と、流動化ガスとして $N_2$ ガスを流量が $4.5 \times 10^{-4} m^3 / s$ となるように供給するとともに $C, H_2$ ガスを流量が $0.5 \times 10^{-4} m^3 / s$ となるように供給しつつ（雰囲気中の $C, H_2$ 濃度は10vol %である）、 $830^\circ C$ で5時間加熱した後、 $80^\circ C$ に油冷して高濃度浸炭焼入れ処理を施す第3工程とよりなる。

#### 【0019】実施例9～16

JIS SUJ2を用いて自動車エンジン用ロッカアームのローラ支持軸の素材を8個分つくり、これらの素材のうちの4個分に熱処理条件1で熱処理を施すとともに、残りの4個分に熱処理条件2で熱処理を施した。ついで、各素材に $160^\circ C$ で2時間加熱して焼戻し処理を施した後、各素材の表面を研磨し、その研磨量を変えることにより、表面部の性状の異なる8個の自動車エンジン用ロッカアームのローラ支持軸を製造した。なお、上記焼戻しは、焼入れ処理の後、素材の靱性を向上させるために一般的に行われている工程であるので、図示は省略している。

#### 【0020】比較例1～4

JIS SUJ2を用いて自動車エンジン用ロッカアームのローラ支持軸の素材を4個分つくり、これらの素材に図3に示す条件（熱処理条件3）で熱処理を施した。ついで、各素材の表面を研磨し、その研磨量を変えることにより、表面部の性状の異なる4個の自動車エンジン用ロッカアームのローラ支持軸を製造した。

【0021】上記熱処理条件3は、 $830^\circ C$ で0.5時間加熱した後油冷して焼入れ処理を施す第1工程と、 $180^\circ C$ で2時間加熱して焼戻し処理を施す第2工程とよりなる。

#### 【0022】比較例5～8

JIS SUJ2を用いて自動車エンジン用ロッカアームのローラ支持軸の素材を4個分つくり、これらの素材に図4に示す条件（熱処理条件4）で熱処理を施した。ついで、各素材に $160^\circ C$ で2時間加熱して焼戻し処理を施した後、各素材の表面を研磨し、その研磨量を変えることにより、表面部の性状の異なる4個の自動車エンジン用ロッカアームのローラ支持軸を製造した。なお、上記焼戻しは、焼入れ処理の後、素材の靱性を向上させるために一般的に行われている工程であるので、図示は省略している。

で、各素材に $160^\circ C$ で2時間加熱して焼戻し処理を施した後、各素材の表面を研磨し、その研磨量を変えることにより、表面部の性状の異なる4個の自動車エンジン用ロッカアームのローラ支持軸を製造した。なお、上記焼戻しは、焼入れ処理の後、素材の靱性を向上させるために一般的に行われている工程であるので、図示は省略している。

【0023】上記熱処理条件4は、流動層炉を用いて行ったものであり、流動化ガスとして $N_2$ ガスを流量が $3.5 \times 10^{-4} m^3 / s$ となるように供給するとともに $C, H_2$ ガスを流量が $1.5 \times 10^{-4} m^3 / s$ となるように供給しつつ（雰囲気中の $C, H_2$ 濃度は30vol %である）、 $930^\circ C$ で3時間加熱した後、 $80^\circ C$ に油冷して浸炭焼入れ処理を施す第1工程と、流動化ガスとして $N_2$ ガスを流量が $5.0 \times 10^{-4} m^3 / s$ となるように供給しつつ、 $830^\circ C$ で0.5時間加熱した後、 $80^\circ C$ に油冷して焼入れ処理を施す第2工程と、流動化ガスとして $N_2$ ガスを流量が $5.0 \times 10^{-4} m^3 / s$ となるように供給しつつ、 $830^\circ C$ で0.5時間加熱した後、 $80^\circ C$ に油冷して焼入れ処理を施す第3工程と、流動化ガスとして $N_2$ ガスを流量が $4.2 \times 10^{-4} m^3 / s$ となるように供給するとともに $C, H_2$ ガスを流量が $0.8 \times 10^{-4} m^3 / s$ となるように供給しつつ（雰囲気中の $C, H_2$ 濃度は16vol %である）、 $930^\circ C$ で5時間加熱した後、 $80^\circ C$ に油冷して高濃度浸炭焼入れ処理を施す第4工程と、流動化ガスとして $N_2$ ガスを流量が $5.0 \times 10^{-4} m^3 / s$ となるように供給しつつ、 $830^\circ C$ で0.5時間加熱した後、 $80^\circ C$ に油冷して焼入れ処理を施す第5工程とよりなる。

【0024】上記実施例1～16および比較例1～8のローラ支持軸の表面部の表面硬さ、表面部のC量、浸炭層の炭化物面積率、同じく炭化物の平均粒径、同じく粒径 $10 \mu m$ 以下の球状炭化物量、および同じく残留オーステナイト量（ $\gamma R$ ）を表1および表2に示す。

#### 【0025】

【表1】

	表面硬さ HRC	表面部C 量(%)	炭化物面 積率(%)	炭化物平均 粒径( $\mu\text{m}$ )	粒径10 $\mu\text{m}$ 以下の球 状炭化物量(%)	$\gamma$ R(%)	熱処理 条件	研磨量 ( $\mu\text{m}$ )	摩耗長さ ( $\mu\text{m}$ )	ピーリング の有無
1	65.9	1.38	27.5	2.48	82.0	14.0	1		1.9	無
2	63.8	0.94	8.8	2.52	78.0	29.0	1		3.0	無
3	63.8	1.30	9.4	2.68	85.0	38.0	1		3.0	無
4	65.6	3.00	38.7	9.82	78.0	39.0	1		2.0	無
5	65.5	1.31	21.7	1.91	72.0	26.0	2		2.3	無
6	64.2	1.17	13.5	1.84	91.0	27.0	2		2.8	無
7	65.6	1.35	30.1	3.16	89.0	13.0	2		2.0	無
8	64.0	1.19	17.1	1.83	82.0	33.0	2		2.9	無
9	64.5	1.42	25.3	2.06	74.0	34.0	1		2.7	無
10	65.2	1.30	34.0	3.44	72.0	33.0	1		2.4	無
11	65.6	2.37	33.0	5.17	85.0	26.0	1		2.1	無
12	65.5	1.11	27.1	2.45	71.0	28.0	1		2.2	無
13	65.3	1.23	18.9	2.22	91.0	33.0	2		2.4	無
14	65.9	1.33	25.4	2.32	73.0	36.0	2		1.8	無
15	64.2	1.17	19.5	2.33	87.0	37.0	2		2.8	無
16	64.5	1.20	26.0	2.45	79	38.0	2		2.7	無

実

施

例

比較例	1	2	3	4	5	6	7	8
表面硬さ HRC	61.0	61.1	62.2	61.9	63.5	63.2	65.2	64.7
表面部C 量(%)	1.02	0.98	1.01	1.00	2.45	2.73	3.32	3.24
炭化物面 積率(%)	6.0	7.0	7.8	8.0	40.8	41.2	42.2	41.8
炭化物平均 粒径( $\mu\text{m}$ )	2.0	2.2	2.5	2.3	5.5	5.4	11.5	10.3
粒径10 $\mu\text{m}$ 以下の球 状炭化物量(%)	96.0	96.7	99.0	97.0	18.5	17.2	20.8	21.2
$\gamma$ R(%)	10.5	10.8	9.0	9.1	39.0	41.0	39.0	40.0
熱処理 条件	3	3	3	3	4	4	4	4
研磨量 ( $\mu\text{m}$ )								
摩耗深さ ( $\mu\text{m}$ )	0.8	0.77	0.85	0.85	0.92	0.87	1.01	0.98
ピーリング の有無	有	有	有	有	有	有	有	有

## \*【0027】評価試験

上記実施例1～16および比較例1～8のローラ支持軸を用いて、次のようにして摩耗試験を行った。すなわち、まずJIS S U J 2を用いて自動車エンジン用ロッカアームのローラの素材を24個分つくり、これらの素材に図3に示す条件（熱処理条件3）で熱処理を施した後、各素材の表面を研磨し、その研磨量を変えることにより、表面部の性状の異なる24個の自動車エンジン用ロッカアームのローラを製造した。ついで、実施例1～16および比較例1～8のローラ支持軸に上記ローラを取付けてなるロッカアームを自動車用ガソリンエンジンに組み付けた。そして、潤滑油としてモータオイル（10W-30）を使用し、油温を60℃に設定してエンジンをかけ、200時間経過した後のローラ支持軸の摩耗深さを測定するとともに、ピーリング発生の有無を観察した。その結果も表1および表2に示す。また、表面硬さと摩耗深さとの関係を図5に示す。

【0028】表1および表2、ならびに図5から明らかなように、本発明品は、耐摩耗性が優れていることが分かる。しかも、表1および表2から明らかなように、本発明品は、ピーリングが発生しておらず、損傷抑制効果が、従来品に比べて著しく向上し、長寿命化を達成できることが分かる。

【0029】上記実施例においては、材料となる鋼として、SAE 5120およびJIS S U J 2だけが挙げられているが、これに限定されるものではない。

## 【図面の簡単な説明】

【図1】実施例の熱処理条件1を示す線図である。

【図2】実施例の熱処理条件2を示す線図である。

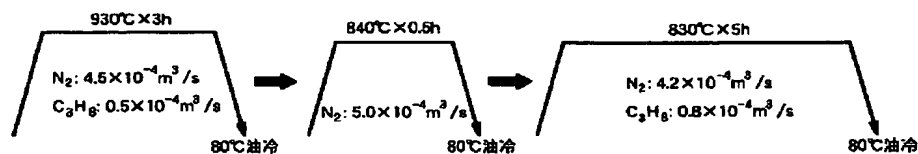
【図3】比較例の熱処理条件3を示す線図である。

【図4】比較例の熱処理条件4を示す線図である。

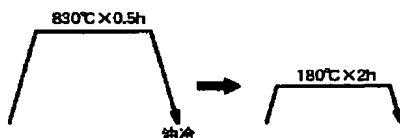
【図5】実施例および比較例における表面硬さと摩耗深さとの関係を示すグラフである。

\*

【図1】

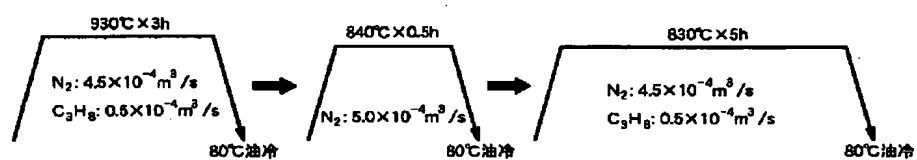


【図3】

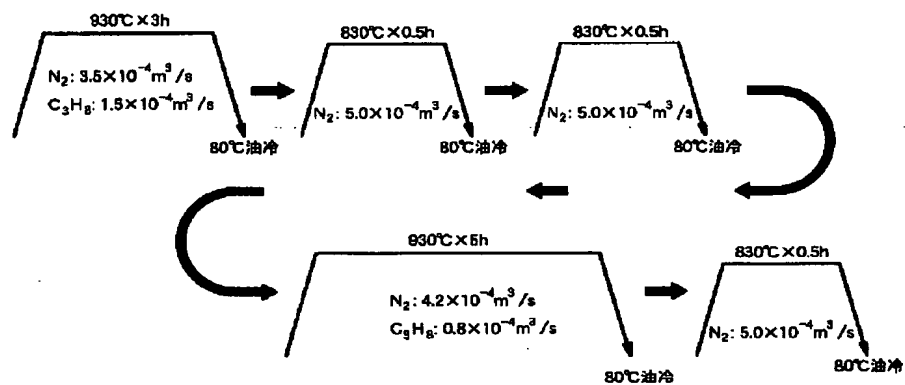




【図2】



【図4】



【図5】

